

**Vergleichende Untersuchungen
des Verhaltens der motorischen Chronaxie und des
Akkommodabilitätsquotienten bei Erkrankungen
des peripheren motorischen Funktionssystems**

von

Dieter Reinhold

aus

Nürnberg

1969 № 243

Aus der Nervenlinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. H. H. Wieck

**Vergleichende Untersuchungen
des Verhaltens der motorischen Chronaxie und des
Akkommodabilitätsquotienten bei Erkrankungen
des peripheren motorischen Funktionssystems**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Dieter Reinhold

aus

Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. Dr. A. Kröncke

Referent: Priv.-Doz. Dr. D. Soyka

Korreferent: Prof. Dr. H.H. Wiek

Tag der mündl. Prüfung: 24. 6. 1969

E I N L E I T U N G

Im Aufbau der peripheren Nerven wird zwischen einem autonomen und einem animalischen Anteil, der wiederum aus afferenten und efferenten (motorischen) Fasern besteht, unterschieden.

Die peripheren motorischen Neurone bilden zusammen mit den motorischen Endplatten und den zugehörigen Muskelfasern eine funktionelle Einheit, die auch als peripheres motorisches Funktionssystem bezeichnet wird.

Bei Schädigungen des peripheren motorischen Neurons kommt es neben funktionellen Ausfallserscheinungen (= Paresen) auch zu charakteristischen Veränderungen der elektrischen Muskeleerregbarkeit, die durch die elektrische Reizstromdiagnostik aufgedeckt und untersucht werden können. Diese hat sich heute in der peripheren Neurologie eine unumstrittene Position unter den klinischen Untersuchungsmethoden erobert. Andere moderne Verfahren sind die Elektromyographie, die in den letzten Jahren von F. BUCHTHAL und seiner Schule entscheidend gefördert wurde, die Muskelbiopsie und die biochemischen Methoden. Sie haben die Differentialdiagnose peripherer Lähmungen wesentlich verbessert, sind jedoch nicht dazu geeignet, den Anwendungsbereich der elektrischen Reizstromdiagnostik zu schmälern oder die Reizstromdiagnostik ganz zu ersetzen.

Eine der ersten, vereinzelt noch heute angewandten Untersuchungsmethoden war die Reizung mit galvanischen und faradischen Strömen. Mit dieser klassischen, auf dem Pflügerschen Zuckungsgesetz basierenden Reizmethode war es möglich, Veränderungen der Muskeleerregbarkeit im Gefolge von Schädigungen des zugehörigen motorischen Nerven aufzudecken.

Als wichtigste Abweichung vom normalen Verhalten des Muskels ist die Entartungsreaktion (EaR.) zu nennen, die zuerst von W. ERB beschrieben und durch anatomische Untersuchungen gesichert wurde.

Es ist zwischen einer totalen EaR. bei völliger Unterbrechung des Nerven, und einer partiellen bei weniger tiefgreifender Schädigung

digung zu unterscheiden. Totale EaR. heißt, daß bei indirekter Reizung vom Nerven aus die Erregbarkeit des Muskels auf faradischen und galvanischen Strom erloschen ist. Bei der direkten Reizung des Muskels ist nur die Erregbarkeit auf faradischen Strom erloschen, während die normale Reaktion auf galvanischen Strom eine Veränderung in dem Sinne erfährt, daß die Zuckung einen trägen, "wurmformigen" Charakter annimmt. Ferner verschiebt sich der Reizpunkt in der Muskulatur nach distal zur Sehne hin. Für die partielle EaR. läßt sich kein festes Schema aufstellen, da vielerlei Mischungen des physiologischen Verhaltens mit den Kennzeichen der totalen EaR. vorkommen. Im allgemeinen spricht man von partieller EaR., wenn galvanische und faradische Erregbarkeit vom Nerven und vom Muskel aus herabgesetzt sind und dazu eine mehr oder minder ausgesprochene Zuckungsträgheit tritt (F. LÜTHY).

Bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde von A. FICK erkannt, daß die Gleichstromschwelle nicht das einzige Maß der Erregbarkeit der Nerven und Muskeln ist, sondern daß neben der Stromstärke auch der Dauer des fließenden Stromes für die Reizung eine besondere Bedeutung zukommt (A. STAMMLER). Es ist also ein elektrischer Reiz nicht nur durch Intensität, Richtung und Anstieg bestimmt, sondern der elektrische Strom muß auch eine gewisse Zeit fließen, damit eine Wirkung erzielt wird.

Th. W. ENGELMANN zeigte 1870 die gegenseitige Abhängigkeit von Intensität und Dauer des elektrischen Reizes am Ureter des Kaninchens.

J. L. HOORWEG (1892) und später G. WEISS konnten eine exakte mathematische Beziehung zwischen Reizzeit und Spannung nachweisen. Trägt man einander entsprechende Spannungen (oder Stromstärken) und Reizzeiten für ein bestimmtes Gewebe in ein Koordinatensystem ein, so zeigt sich, daß die Verbindungslinie der Punkte annähernd eine Hyperbel ergibt, deren horizontaler Schenkel sich asymptotisch der Nulllinie nähert:

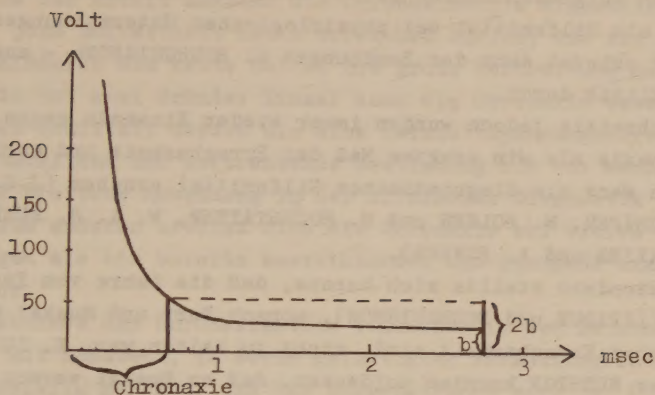


Abb. 1

b ist die "Rheobase", ein Begriff, der 1909 von L. LAPIQUE eingeführt wurde. Es ist dies die geringste Stromstärke, die ein beliebig lang fließender Strom haben muß, um eben noch eine Zuckung auszulösen. Bei der Rheobase handelt es sich also um den Schwellenwert des galvanischen Stromes. Da sich aber - wie der Verlauf der Kurve zeigt - bei niedrigen Spannungswerten die erforderliche Mindestzeit des Stromflusses nicht ganz zuverlässig ermitteln läßt (Abb. 1), arbeitete LAPIQUE mit einem Bezugspunkt, dessen eine Koordinate der verdoppelten Rheobase ($2b$) entspricht.

In dem Kurvenabschnitt, auf dem dieser Bezugspunkt liegt, ist eine ausreichend genaue Ermittlung der erforderlichen Mindestzeiten möglich.

Die Chronaxie ist demnach definiert als die kürzeste Stromdauer, bei der eine Reizung mit dem verdoppelten galvanischen Schwellenwert einen Effekt, z.B. in Form einer Muskelzuckung, herbeiführt.

In den folgenden Jahren setzte sich die Chronaximetrie immer mehr als Hilfsmittel bei physiologischen Untersuchungen und - nicht zuletzt dank der Bemühungen G. BOURGUIGNONS - auch in der Klinik durch.

Gleichzeitig jedoch wurden immer wieder Einwände gegen die Chronaxie als ein exaktes Maß der Erregbarkeit und auch gegen ihren Wert als diagnostisches Hilfsmittel erhoben (J.D. ACHELIS, H. SCHÄFER, W. HOLZER und H. HOCHSTÄTTER, W. A. H. RUSHTON, H. DAVIES und A. FORBES).

Insbesondere stellte sich heraus, daß die Lehre vom Isochronismus (LAPIQUE und BOURGUIGNON), wonach Nerv und Muskel Gebilde gleicher Erregbarkeit sind, nicht zu halten war. K. LUKAS und später RUSHTON konnten aufdecken, daß am Muskel verschiedene erregbare Substrate vorhanden sein müssen. Da der Zeitbedarf des Muskels bei der elektrischen Reizung größer als der des Nerven ist, wurde zwischen einer α -Chronaxie des Muskels und einer γ -Chronaxie des Nerven unterschieden (W. HOLZER, H. SCHÄFER, P. SCHÖLMERICH und P. HAASS). Aus der Sicht des Klinikers kommt hinzu, daß die einzelnen Fasern eines motorischen Nerven eine unterschiedliche Chronaxie aufweisen, wenn sie im Falle einer Schädigung nicht alle gleichmäßig von dieser betroffen wurden. Es ist leicht einzusehen, daß man dann bei Untersuchungen nur die Werte der Nervenfasern mit der niedrigsten Chronaxie erhält.

Eine noch genauere Einsicht in das Krankheitsgeschehen, als dies mit der Bestimmung der Chronaxie möglich ist, vermittelt die Aufstellung von Reizzeitspannungskurven. Diese wurden schon 1916 von E. D. ADRIAN in die klinische Diagnostik eingeführt, der sich nicht mit der Chronaximetrie begnügte, sondern analog dem WEISSschen Versuch die Reizzeiten verschiedener Intensitäten resp. Spannungen feststellte. Der Wert der Reizzeitspannungskurve für die Beurteilung peripherer Nervenschäden, besonders für die Diagnostik poliomyelitischer Lähmungen, wurde später verschiedentlich hervorgehoben (P. BAUWENS, A. E. RITCHIE, E. DOBNER, H. JANTSCH und F. SCHUHFRIED, H. W. NEWMAN und W. K. LIVINGSTONE, C. B. WYNN PARRY, A. K. TYLER, L. J. POLLOCK, J. G. GOLSETH und A. J. ARIEFF). JANTSCH meint sogar, daß als Konse-

quenz aus der Arbeit ADRIANS die Chronaximetrie eigentlich niemals jene Beliebtheit hätte erreichen dürfen, die sie Jahrzehnte hindurch bis heute hatte. Die große Verbreitung der Chronaximetrie hat zwei Gründe: Einmal kann die Chronaxie wesentlich schneller ermittelt werden als eine Reizzeitspannungskurve, deren umständliche und zeitraubende Bestimmung bis vor wenigen Jahren eine breitere Anwendung in der klinischen Diagnostik verhinderte. Zum anderen erweist sich die Chronaxie bei vielen Fragestellungen als ein bereits ausreichender und genügend exakter Indikator.

Die Ergebnisse der Chronaximetrie besonders in den letzten 15 Jahren, mit modernen, in Serie gefertigten Reizstromgeräten, haben jedenfalls gezeigt, daß der diagnostische Wert der Chronaxie größer ist, als es früher einmal den Anschein hatte.

So stellt H.-H. WIECK fest, daß die berechtigten theoretischen Einwände der Physiologen gegen die Chronaxie als ein Maß der Erregbarkeit ihren Wert für die praktische klinische Anwendung nicht einschränken. Für die eigenen Brauchbarkeitskriterien der Klinik genügt es, daß die einzelnen Gewebe eine charakteristische Chronaxie besitzen, die sich bei einer Änderung der Erregbarkeit gleichfalls in typischer und vergleichbarer Weise wandelt (A. STAMMLER). Die normale Chronaxie menschlicher Muskeln ermittelte als erster G. BOURGUIGNON in größeren Untersuchungsreihen. Als obere Grenze der Norm gilt der Wert von 1,0 msec. Werte über 1,0 msec. werden daher als pathologisch angesehen (K. M. WALTHARD und P. JECKLIN, H. SCHAEFER, S. WEISZ, A. STAMMLER).

Seit etwa 15 Jahren hat eine Stromform in der Diagnostik und Therapie von Lähmungen zunehmend an Bedeutung gewonnen, deren Impulse nicht sofort ihre volle Höhe erreichen, sondern langsam ansteigen. Man hat diese Stromart im Gegensatz zu den "Rechteck"-Strömen der Chronaximetrie "Dreieck"-Ströme, oder, da ihr Anstieg etwa einer Exponentialkurve entspricht, "Exponential"-Ströme (J. KOWARSHIK) genannt. In der angelsächsischen Literatur wird die Bezeichnung "progressive" oder "increasing current" verwendet, in der französischen spricht man von "courant pro-

gressif". Bereits Ende des 18. Jahrhunderts hatte J. W. RITTER am klassischen Objekt der peripheren Neurophysiologie, dem Gastrocnemius des Frosches, beobachtet, daß langsam anschwellende Ströme eine viel geringere Reizwirkung haben, als ein plötzlich einsetzender Stromstoß. Solche Erkenntnisse ließen E. DU BOIS-REYMOND 1848 sein Gesetz formulieren, daß die plötzliche Änderung des Stromflusses der einzige wichtige Zeitfaktor bei der Erregbarkeit des Nerven sei (W. T. LIBERSON).

Der normale quergestreifte Muskel zeigt innerhalb gewisser Grenzen keine Reaktion auf exponentiell ansteigende Reizströme, weil diese "einschleichend" wirken, ein Phänomen, das W. NERNST als Akkommodation bezeichnete. Die Fähigkeit des Muskels hierzu wird Akkommodationsfähigkeit oder Akkommodabilität genannt. Sie schwindet bei einer Schädigung des peripheren motorischen Neurons mehr und mehr, bis sich der Muskel dem einschleichenden Exponentialstrom nur noch in geringem Maße oder bei völliger Entartung überhaupt nicht mehr anpassen kann.

Dieses Verhalten wurde von E. REISS nachgewiesen, der damit die Akkommodabilität als erster diagnostisch verwertete. Trotzdem fand die Technik der langsam ansteigenden Ströme in der Folgezeit nur wenig Eingang in die Klinik. Obwohl J. v. KRIES schon 1884 den Begriff des "Reizungsdivisors" als Quotient aus dem Schwellenwert eines Exponentialstroms und dem eines Rechteckstroms geprägt hatte, wurde erst zu Beginn des vorigen Jahrzehnts ein Verfahren angewendet, das sich an den Reizungsdivisor nach v. KRIES anlehnt (H. GAIER und H. JANTSCH). Im Gegensatz zu v. KRIES werden die Schwellenwerte in Milliampere statt in Volt angegeben. Dividiert man nun

Exponentialstromschwellenwert in mA
(Akkommodationsschwellenwert)

Rechteckstromschwellenwert in mA
(Rheobase),

so erhält man den sogenannten Akkommodabilitätsquotienten als ein gutes Maß für die Akkommodationsfähigkeit. Je größer der

Quotient ist, desto größer ist die Akkommodationsfähigkeit des Muskels. Sie wird umso geringer sein, je mehr der Quotient zur Rheobase hin absinkt (E. DOBNER). Als normal gelten Quotienten zwischen 3 und 6. Sinkt das Verhältnis unter 3,0 ab, gleichen sich also die beiden Schwellenwerte mehr und mehr an, dann ist das ein Zeichen für die beginnende Entartung. Ein Quotient von 1 zeigt einen völligen Verlust der Akkommodabilität und somit totale Entartung an.

Wie die Erfahrungen von DOBNER lehren, stellt die Akkommodabilität ein sehr feines Kriterium für beginnende oder sehr geringe Störungen im peripheren motorischen Neuron dar. Weiterhin gibt die Reizung mit dem Exponentialstrom Aufschluß darüber, ob zwischen gesunden Muskeln oder Muskelfasern solche mit gestörter motorischer Innervation liegen. Diese lassen sich durch Reizung mit dem Rechteckstrom nicht lokalisieren, da ihre Reaktion durch die Zuckung des gleichfalls erregten intakten Muskelgewebes überdeckt wird (BOURGUIGNON).

Als praktische Konsequenz ergibt sich die Möglichkeit einer elektiven Elektrotherapie, die sich auf die geschädigte Muskulatur beschränkt, die gesunde aber mit ihrer erhaltenen Akkommodabilität nicht anspricht. Da außerdem Exponentialstromimpulse sich auch in die sensiblen Nerven und Endorgane "einschleichen", wird es kaum zu schmerzhaften Belästigungen des Patienten kommen. Es zeigt sich also, daß die Bestimmung der Akkommodabilität als ein zusätzliches Hilfsmittel in der Diagnose und als Grundlage einer elektiven Elektrotherapie durchaus von klinischem Interesse ist.

Mit den geschilderten Prüfungen der motorischen Chronaxie und der Akkommodabilität des Muskels sind feinere Untersuchungen an die Stelle der klassischen Reizung mit dem galvanischen und faradischen Strom getreten. Das Ziel dieser Arbeit ist eine vergleichende Studie der beiden Methoden im Hinblick auf ihren Wert für die Beurteilung der aktuellen, individuellen Krankheitssituation. Würde sich herausstellen, daß sie beide in ihrer Aussagekraft gleichrangig sind, so könnte vernünftigerweise auf

eine von ihnen verzichtet werden. Sollten sich hingegen Besonderheiten ergeben, so wäre es von großem Interesse zu erfahren, worin diese bestehen, worauf sie möglicherweise beruhen und welche Schlüsse sich daraus ziehen lassen.

M E T H O D I K

=====

Die umständliche und zeitraubende Handhabung der verwendeten Apparaturen stand bis vor zwei Jahrzehnten einer klinischen Anwendung der Messung von Chronaxie und Akkommodabilität in breitem Maßstabe entgegen. Die Chronaximetrie z.B. wurde nur von den wenigen Stellen betrieben, die über die entsprechenden, meist in teurerer Sonderfertigung oder im Selbstbau hergestellten Apparate verfügten.

Um 1950 kamen erstmalig serienmäßig gefertigte Reizstromgeräte auf den Markt, mit denen sich mittels elektronischer Schaltungen genau definierte und reproduzierbare Stromimpulse variabler Form erzeugen ließen. Damit wurden nicht nur in der Elektrophysiotherapie der Lähmungen entscheidende Fortschritte ermöglicht, sondern auch die Methoden der Elektrodiagnostik kamen zu einer erweiterten Anwendung auf klinischer Basis.

Etwa 90 % der dieser Arbeit zugrundegelegten Untersuchungen wurden mit dem älteren "NEUROTON 610" der SIEMENS-REINIGER-Werke AG, Erlangen, vorgenommen, während 10 % der Messungen mit dem neuesten Modell "NEUROTON 626" erfolgten, das (nach Werksangabe) folgende Leistung besitzt:

Galvanischer Strom bis 80 mA, meßbar in drei verschiedenen Bereichen, die durch Tastendruck eingestellt werden können. Eine automatische Verriegelung des Meßbereichsschalters schützt den Patienten vor Fehleinstellung der Stromstärke.

Exponentialstrom-Impulsformen mit kontinuierlich regelbarer Impulsdauer von 0,05 bis 1200 msec und unabhängig regelbarer Pausendauer von 1 bis 5000 msec in logarithmischen Stufen. Die Impulsform ist zwischen Dreieck und Rechteck kontinuierlich einstellbar.

Genauigkeit und Konstanz der eingestellten Werte besser als $\pm 10 \%$.

Feststellung der Chronaxie durch 5 mittels Tastendruck einschaltbare Zeitbereiche und einen Schieberegler zur Feineinstellung, nachdem zuvor das Gerät automatisch auf doppelte Rheobasenstärke umgeschaltet wurde.

Dieses Gerät bringt dem Vorgängermodell gegenüber dadurch einen besonderen Fortschritt, daß es eine mühelose und schnelle Einstellung der bei der Elektrodiagnostik erfahrungsgemäß besonders häufig benötigten Impulsformen und Intensitäten durch Tastendruck ermöglicht, unabhängig von der Stellung der Einzelregler.

An Genauigkeit allerdings steht das ältere Modell dem "NEUROTOM 626" nicht nach.

Elektrodentechnik:

1) Die bipolare Technik

verwendet zwei Elektroden, davon eine möglichst weit distal (Kathode), beide aber im Bereich des Muskelverlaufs, damit der Muskel in seiner ganzen Länge durchströmt wird.

Verwendet werden Elektrodenbleche passender Größe, die zusammen mit einer angefeuchteten Unterlage anbandagiert werden.

2) Die monopolare Technik

bedient sich einer kleinen differentiellen Elektrode über dem motorischen Reizpunkt und einer großen indifferenten proximal davon.

Welche von beiden Methoden jeweils zur Anwendung kommt, hängt von der Größe des zu untersuchenden Muskels ab. Der bipolaren Technik bedient man sich überall dort, wo es die Länge des Muskels erlaubt. Kleinere Muskeln, wie die kurzen Hand- und Fußmuskeln sowie die Gesichtsmuskulatur werden mittels der monopolaren Technik untersucht.

3) Die Polarität

wird gewöhnlich so gewählt, daß die Kathode distal liegt. Man erhält jedoch gelegentlich einen besseren Reizerfolg mit proximaler Kathode.

Es empfiehlt sich, dies von Fall zu Fall auszuprobieren.

Für die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit standen 63 Patienten mit peripheren Nervenschäden zur Verfügung. Das Zahlenmaterial wurde durch Messungen an insgesamt 226 paretischen Muskeln gewonnen. Von 44 Patienten liegen nur einmalige Untersuchungsbefunde vor. Bei 19 Kranken wurden Verlaufsbeobachtungen vorgenommen, also bei denselben Muskeln mehrmals Rheobase, Chronaxie und Akkommodabilitätsquotient bestimmt, so daß insgesamt mehr als 3 mal 226, nämlich 906 elektrodiagnostische Messungen ausgewertet werden konnten.

Der Paresegrad der einzelnen Muskeln zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurde anhand des Schemas von WIECK festgelegt.

Dabei wird zwischen 7 Kraftgraden von

6 = normale Muskelkraft bis zu

0 = völlige Lähmung des Muskels

unterschieden. Dazwischen liegen folgende 5 Werte:

5 = leichte Parese (75 %)

4 = Bewegung gegen den mäßigen Widerstand
des Untersuchers noch möglich (50 %)

3 = Bewegung gegen die Eigenschwere des distal
vom Gelenk liegenden Gliedmaßenabschnittes
möglich (10 %)

2 = Bewegung bei Ausschaltung der Eigenschwere
möglich (1 %)

1 = Anspannung der Sehne ohne Bewegungseffekt
(1 %)

Im einzelnen handelte es sich um folgende neurologische Syndrome:

Polyneuritische Syndrome	36
Spinale Syndrome mit Vorderhornbe- teiligung (Syringomyelie, progressive spinale Muskelatrophie, amyotrophische Lateralsklerose).....	7
Caudasyndrom	1
Schädigungen des Plexus brachialis.....	3
Schädigungen einzelner peripherer Nerven.....	14
davon N. facialis	5
N. ulnaris	5
N. radialis.....	2
N. medianus.....	1
N. peroneus.....	1
Nicht sicher zuzuordnen	2
	63

Über die Methodik bei den einzelnen Fragestellungen gibt der nächste Abschnitt Aufschluß.

D I E U N T E R S U C H U N G S E R G E B N I S S E

=====

A) AUSWERTUNG EINMALIGER UNTERSUCHUNGSBEFUNDE

I. Korrelation der Werte zum P a r e s e g r a d

Zur Prüfung dieser Frage konnten 302 elektrische Muskeluntersuchungen herangezogen werden, bei denen Akkommodabilitätsquotient u n d motorische Chronaxie zum Vergleich vorlagen.

Für die beiden bioelektrischen Werte wurde nun die jeweilige Verteilung auf die einzelnen Paresegrade ermittelt. Hierzu wurde der pathologische Bereich der Akkommodabilität in drei Rubriken unterteilt:

Der leichteste pathologische Bereich umfaßt die Akkommodabilitätsquotienten von 2,9 - 2,4, der Bereich der mittelstarken pathologischen Veränderung die Quotienten von 2,3 - 1,8. Der stark pathologischen Veränderung entspricht der Bereich mit Quotienten von 1,7 und weniger. Der Normalbereich andererseits enthält die Quotienten von 3,0 und darüber.

Für die Auswertung der motorischen Chronaxie wurden vier Unterteilungen im pathologischen Raum vorgenommen. Der Chronaxiebereich von 1,0 - 10,9 (msec) entspricht den leichteren pathologischen Veränderungen, die Bereiche von 11,0 - 20,9, 21,0 - 50,9 und über 51,0 entsprechen einer zunehmenden Schwere der pathologischen Reaktion. Eine Chronaxie von 1,0 und weniger liegt im sicheren Normalbereich.

Für jeden untersuchten Muskel wurden nun der Akkommodabilitätsquotient und die Chronaxie in den festgelegten Bereichen ermittelt und in Beziehung zum vorhandenen Paresegrad eingetragen. Das Ergebnis vermittelt Tabelle I.

Anzahl	P	AQ				GHR				
		>30	29-24	23-18	17-08	< 1	1-10,9	11-20,9	21-50,9	> 51
17	0	—	—	5	12	—	—	3	13	1
8	1	—	—	3	5	2	1	1	3	1
48	2	1	4	25	18	4	9	12	23	—
64	3	6	7	24	27	5	19	18	21	1
78	4	26	15	21	16	12	41	8	16	1
73	5	26	20	18	9	38	23	5	6	1
14	6	9	1	2	2	10	4	—	—	—
302										

Tab. I (P = Paresegrad, Aq = Akkommodabilitätsquotient)

Bei der Betrachtung der schweren Paresegrade 0 - 1 finden sich für die Akkommodabilität ausschließlich Eintragungen in den Rubriken der mittelstark bis stark veränderten Quotienten und auch die Paresegrade 2 und 3 bieten noch ein ganz deutliches Überwiegen der niedrigen, also stark pathologischen Quotientenbereiche.

Bei der Chronaxie ist die Häufigkeitsverteilung demgegenüber gleichmäßiger, die gefundenen Werte sind etwas mehr über die verschiedenen pathologischen Bereiche verstreut. So finden sich für die Paresegrade 0 - 3 immerhin 40 Werte mit einer Chronaxie von 10,9 und weniger, die also im normalen oder nur leicht pathologischen Bereich liegen, gegenüber 97 Eintragungen mit einer Chronaxie von 11,0 und mehr.

Für die leichten Paresegrade 4 - 6 ergibt sich ein anderes Bild:

Hier sind die Akkommodabilitätsquotienten gleichmäßiger auf die verschiedenen Bereiche verteilt, während die motorische Chronaxie ganz überwiegend in den Rubriken von 10,9 und weniger anzutreffen ist.

Die hier zu beobachtende Linksverschiebung, also die mit einer geringer werdenden Schwere der Lähmung nach "links", zu den weniger pathologischen Bereichen hin rückende Häufigkeitsverteilung findet bei den Akkommodabilitätsquotienten verzögert statt. Bei den schwereren Lähmungen mit den Paresegraden 0 - 3 zeigen die Messungen der Akkommodabilität demnach weniger häufig Werte, die schon im Bereich des fast Normalen oder Normalen liegen und damit dem tatsächlichen Krankheitszustand nicht entsprechen, als die der Chronaxie. Andererseits sind bei den leichteren Lähmungszuständen der Paresegrade 4 - 6 die Akkommodabilitätsquotienten in den stärker pathologischen Bereichen häufiger vertreten als die Chronaxie. Bei einer leichten Schädigung des peripheren motorischen Neurons verändert sich demnach der Akkommodabilitätsquotient häufiger und stärker als die Chronaxie.

In einem weiteren Schritt wurde der jedem Paresegrad zukommende Durchschnittswert der Akkommodabilitätsquotienten und der Chronaxien ermittelt, also das arithmetische Mittel aller für einen bestimmten Paresegrad vorhandenen Messungen.

Eine Übersicht über die gefundenen Werte zeigt die nachfolgende Tabelle:

P	AQ			CHR		
	Durchschnitt	höchst	niedr.	Durchschnitt	höchst	niedr.
0	1,5	2,3	1,2	32,5	75,0	15,0
1	1,5	1,9	1,0	22,8	80,0	0,4
2	1,9	6,1	0,8	19,8	50,0	0,15
3	2,1	6,0	1,0	16,1	75,0	0,4
4	2,6	8,8	1,2	12,4	70,0	0,1
5	2,9	6,6	1,3	5,7	60,0	0,05
6	3,1	5,3	1,1	1,3	6,0	0,05

Tab. II

Die Mittelwerte zeigen, den Paresegraden folgend, eine fast

gleichmäßige Progredienz, wobei ein Unterschied zwischen Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie nicht festzustellen ist.

Nunmehr konnten die Abweichungen des Akkommodabilitätsquotienten und der Chronaxie von den Durchschnittswerten im einzelnen Fall untersucht und miteinander verglichen werden. Das Material wurde hierzu, wiederum für jeden Paresegrad gesondert, nach drei Gesichtspunkten aufgeschlüsselt (Tabelle III).

In die erste Rubrik "gleichsinniges Verhalten von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie" wurden aufgenommen:

- a) alle Muskeln, bei denen beide Werte annähernd mit dem für den betreffenden Paresegrad gefundenen Mittelwert übereinstimmten.

Beispiel (in Klammer jeweils der Durchschnittswert):
ein Muskel mit einem Paresegrad 3, der einen Akkommodabilitätsquotienten von 2,0 (2,1) und eine Chronaxie von 18,0 (16,0) aufwies;

- b) diejenigen Muskeln, bei denen eine Differenz von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie gegenüber der ermittelten Norm in der gleichen Richtung bestand, in dem Sinn, daß beide stärker (oder aber schwächer) pathologische Werte aufwiesen.

Beispiel:

ein Muskel mit einem Paresegrad 5, der einen Akkommodabilitätsquotienten von 1,3 (2,9) und eine Chronaxie von 24,0 (5,7) aufwies.

In einer zweiten Rubrik "nicht gleichsinniges Verhalten" wurden diejenigen Befunde registriert, bei denen nur ein Wert annähernd mit dem Mittelwert übereinstimmte, der andere aber mehr oder weniger weit daneben lag. Dazu wurden alle Befunde ermittelt, bei denen

- a) der Akkommodabilitätsquotient,

b) die Chronaxie eine bessere Übereinstimmung mit dem Mittelwert zeigte.

In einer dritten Untergruppe wurden diejenigen Fälle zusammengefaßt, bei denen Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie in entgegengesetzter Richtung, allerdings annähernd gleichweit, vom Durchschnittswert abweichen. Es handelte sich hier um solche, bei denen der Akkommodabilitätsquotient stark pathologisch verändert, die Chronaxie aber normal war, oder um solche mit dem umgekehrten Verhalten.

Das Ergebnis zeigt Tabelle III:

P	Gleichsinn- Verhalten von AQ und CHR	nicht gleichsinniges Verhalten			Zus
		bessere Übereinstim- mung von		Abweichung von AQ und CHR in ver- schiedener Richtung	
		AQ	CHR		
0	7	9	1	—	17
1	3	4	1	—	8
2	10	24	11	3	48
3	20	25	13	6	64
4	16	32	14	16	78
5	22	30	11	10	73
6	7	4	3	—	14
Zus	85	128	54	35	302

Tab. III

Bei 85 (28 %) der 302 Einzelbefunde findet sich ein gleichsinniges Verhalten von Chronaxie und Akkommodabilitätsquotient, also entweder eine gemeinsame Übereinstimmung mit dem Mittelwert des betreffenden Paresegrades oder eine annähernd gleichgroße Abweichung in gleicher Richtung.

Bei der Betrachtung derjenigen Fälle, bei denen jeweils nur ein Wert der Norm entsprach, ergibt sich folgendes:

Bei 128 Befunden (42 %) ist der Akkommodabilitätsquotient derjenige Wert, der dem Mittelwert wesentlich näher kommt, während die Chronaxie dieses Verhalten nur 54 mal (18 %) zeigt. Die dritte Untergruppe enthält 35 Befunde. Hier bestehen zwei Möglichkeiten:

1. Eine gegenüber dem Mittelwert stärker pathologische Veränderung der Akkommodabilitätsquotienten, aber geringer pathologische Reaktion der Chronaxie.
Dieses Verhalten findet sich bei der überwiegenden Mehrheit, nämlich bei 29 Befunden. Hier ist bemerkenswert, daß die Chronaxie 15 mal mit 1,0 und darunter normal war. In den restlichen 14 Fällen liegt die Chronaxie mit Werten zwischen 1,1 und 9,0 verhältnismäßig niedrig. Diesen normalen oder nur gering veränderten Chronaxien stehen, zum Teil stark, pathologische Akkommodabilitätsquotienten gegenüber.
2. Eine gegenüber dem Mittelwert stärker pathologische Abweichung der Chronaxien, aber geringere pathologische Reaktion der Akkommodabilitätsquotienten findet sich nur 6 mal. Auch in dem Ergebnis der Tabelle III kommt zum Ausdruck, daß der Akkommodabilitätsquotient bei einer Schädigung des peripheren motorischen Neurons häufiger und empfindlicher reagiert als die Chronaxie. Insbesondere in den 35 Befunden der dritten Untergruppe zeigt die Chronaxie 15 mal überhaupt nicht, 14 mal nur mit einer, bezogen auf den Durchschnittswert, geringen Erhöhung die Läsion des peripheren motorischen Neurons an.

II. Korrelation der Werte zum Krankheitsstadium

Eine weitere Untersuchung galt der Frage nach den Beziehungen zwischen den Veränderungen von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie einerseits und dem Stadium der Erkrankung an-

derererseits.

Die Mehrzahl der Befunde wurde an Polyneuritisfällen gewonnen. Die Dauer der Erkrankung zum Zeitpunkt der klinischen Aufnahme und der Erstuntersuchung war sehr unterschiedlich, da viele Patienten aufgrund eines besonderen Verlaufscharakters der Polyneuritis erst relativ spät in die klinische Behandlung kamen. Daher konnten nicht immer die ersten Veränderungen von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie verfolgt werden. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit wurden deshalb nur solche Fälle herangezogen, bei denen der Krankheitsbeginn höchstens vier Wochen zurücklag, insgesamt 18 Fälle mit 59 Einzelbefunden.

Der kürzeste Zeitraum zwischen Krankheitsbeginn der Polyneuritis und Klinikaufnahme betrug 5 Tage. Binnen weniger Tage war es zu schlaffen Paresen beider Beine, Schmerzen und Areflexie gekommen. Hier fanden sich an den Extensoren beider Füße mit einem Paresegrad 3 Akkommodabilitätsquotienten, die noch durchweg im Bereich der Norm lagen, nämlich 5,1; 4,4; 4,4; 6,0. Dagegen war die Chronaxie mit Werten von 9,0; 9,4; 6,0; 12,0 bereits deutlich pathologisch verändert. Bei einer rheumatischen Facialisparese mit inkompletter peripherer Lähmung, die 10 Tage bestand, waren die Akkommodabilitätsquotienten erst wenig verändert (2,0; 2,8; 4,0), während die Chronaxien auch hier deutlich erhöht waren (30,0; 9,0; 21,0). Hier lagen Paresegrade 3 bis 4 vor.

Bei einer seit 13 Tagen bestehenden Alkoholpolyneuritis mit Schmerzen, Hypästhesie an den Waden und Füßen, Areflexie und Ataxie waren die Akkommodabilitätsquotienten der untersuchten Muskeln (Paresegrad 3) mit 1,9; 1,5; 1,4; 1,6 bereits deutlich pathologisch verändert als die Chronaxie mit Werten von 4,0; 9,0; 0,8; 4,5.

Bei einem akuten Einsetzen einer Schädigung des peripheren motorischen Neurons muß man demnach in den ersten 14 Tagen mit einem Nachhinken der Veränderung des Akkommodabilitätsquotienten rechnen.

Im weiteren Ablauf übt der Zeitfaktor offenbar keinen besonderen Einfluß auf die Entwicklung der Werte aus. Maßgebend ist nur die jeweilige Intensität des Prozesses, die in einem bestimmten Paresegrad zum Ausdruck kommt. Sowohl der Akkommodabilitätsquotient als auch die Chronaxie folgen hier, unabhängig vom Zeitpunkt des Beginns der Krankheit, im großen und ganzen recht getreu den für die Paresegrade ermittelten Durchschnittswerten. Zwei Beispiele mögen dies verdeutlichen (in Klammer Durchschnittswerte):

Patient mit einer 14 T a g e bestehenden Polyneuritis. Es fanden sich bei 4 Muskeln mit Paresegrad 3 Akkommodabilitätsquotienten von 1,6; 1,6; 2,0; 2,5; (2,1) und Chronaxien von 12,0; 15,0; 15,0; 18,0 (16,1).

Patient mit einer 3 W o c h e n bestehenden Polyneuritis. 4 Muskeln mit Paresegrad 5 wiesen Akkommodabilitätsquotienten von 3,9; 6,6; 5,2; 3,8; (2,9) und Chronaxien von 0,1; 0,3; 0,05; 0,5 (5,7) auf.

In der Restitutionsphase polyneuritischer Lähmungen trifft man verschiedentlich auf eine Verhaltensweise der Chronaxie, die bei andersartigen Schädigungen des peripheren motorischen Neurons und auch im Verhalten des Akkommodabilitätsquotienten nicht vorkommt (s. auch Tabelle V). Die vorher schon hohen Chronaxiewerte steigen weiter an, obwohl bereits eine sichtliche Besserung der Funktion zu verzeichnen ist (s. auch S.25, Abb.3).

III. Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie bei Schädigungen der motorischen Vorderhornzellen

Eine weitere Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage des Verhaltens von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie bei Muskeln, deren Funktion aufgrund spinaler Prozesse mit Schädigung der Vorderhornzellen gestört ist.

Hierzu wurden 3 Fälle mit Syringomyelie, 2 mit progressiver spinaler Muskelatrophie und 2 mit amyotrophischer Lateralsklerose, zusammen 29 Einzelbefunde herangezogen. Die Aufschlüsselung erfolgte in Anlehnung an Tabelle III:

P	gleichsinniges Verh. von AQ und CHR	bessere Übereinstimmung von	
		AQ	CHR
0	—	—	—
1	—	2	1
2	3	6	3
3	1	5	1
4	—	3	—
5	1	3	—
Zus.	5	19	5

Tabelle IV

Wie aus den Ergebnissen in Tabelle IV hervorgeht, ist hier im Vergleich mit den Ergebnissen des Gesamtmaterials (Tabelle III) die Zahl der Fälle, bei denen der Akkommodabilitätsquotient besser als die Chronaxie mit dem für jeden Paresegrad ermittelten Durchschnittswert übereinstimmt, auf Kosten derer mit gleichsinnigem Verhalten von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie anteilmäßig erheblich größer..

Bei aller gebotenen Zurückhaltung angesichts der geringen Anzahl von Befunden, die in diesem Zusammenhang ausgewertet werden konnten, ist die Tatsache bemerkenswert, daß bei 21 dieser 29 Einzeluntersuchungen bei spinalen Prozessen die Akkommodabilitätsquotienten nur um maximal $\pm 0,4$ vom errechneten Mittelwert abwichen. Die durchschnittliche Abweichung dieser 21 Befunde vom Mittelwert betrug nur $\pm 0,2$.

B) AUSWERTUNG DER VERLAUFSBEOBACHTUNGEN

I. Korrelation der Werte zum klinischen Verlauf

Dieser Teil der Untersuchung befaßt sich mit der Auswertung der Verlaufsbeobachtungen bei 19 Patienten mit den folgenden neurologischen Syndromen:

Polyneuritische Syndrome	12
Schädigungen einzelner peripherer Nerven	6
Schädigungen des plexus brachialis	1

Insgesamt konnten 74 Einzelbefunde ausgewertet werden. Um den angestrebten Vergleich von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie hinsichtlich ihrer Eignung, den Verlauf des Krankheitsbildes anzuzeigen, übersichtlich darzustellen, wurde in ähnlicher Weise wie oben eine Tabelle angelegt:

Besserung der Paresegrade um	gleichsinn. Verhalten von AQ und CHR	nicht gleichsinniges, sondern besseres Verh. von		Erhöhung der CHR bei sich normalisierendem AQ
		AQ	CHR	
0	7	6	3	3
1	22	18	4	10
2	5	6	2	2
3	—	1	—	1
Zus.:	34	31	9	16

Tabelle V

Das Material wurde nach klinischen Gesichtspunkten in vier Rubriken aufgeschlüsselt: keine Besserung, Besserung um einen, zwei oder drei Paresegrade.

In der Gruppe "Gleichsinniges Verhalten von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie" wurden diejenigen Fälle zusammengefaßt, bei denen die Restitution in annähernd gleichen Veränderungen sowohl des Akkommodabilitätsquotienten als auch der Chronaxie zum Ausdruck kam. Als Beispiel hierfür mag der Fall eines 30-jährigen Patienten dienen, der an einer Peroneuslähmung rechts mit Fußheberparese und Hypästhesie an der Außenseite des Unterschenkels und des Fußes litt. Die Gegenüberstellung zeigt eine Restitution, die sich in Besserungen des Akkommodabilitätsquotienten und der Chronaxie dokumentiert.

Muskel	P	AQ	CHR	Kontrollunter-	P	AQ	CHR
M. extensor digit. brevis	2	1,9	27,0	suchung nach	3	2,4	12,0
M. extensor hall. longus	2	2,0	27,0	60 Tagen	3	2,3	6,0

Abb. 2

In den nächsten beiden Spalten der Tabelle V finden sich diejenigen Befunde, in denen entweder die Akkommodabilitätsquotienten oder die Chronaxien allein eine der Restitution der Schädigung entsprechende Verbesserung aufweisen, der jeweils andere Wert aber keine oder eine gegenläufige Veränderung zeigt. Die Zusammenstellung zeigt, daß in dem recht hohen Anteil von 34 (46%) Einzeluntersuchungen Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie gleichgute Ergebnisse in der Beurteilung des Krankheitsverlaufes bringen.

Bei den restlichen 40 untersuchten Muskeln, bei denen die Tendenzen von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie eine deutliche Diskrepanz aufweisen, spiegelt sich 31 mal (42 %) die Besserung der Funktion nur in einer entsprechenden Veränderung

des Akkommodabilitätsquotienten wieder, während sich bei 9 Muskeln (12 %) das gleiche für die Chronaxie ergibt. Von den 31 Werten der zweiten Spalte in Tabelle V wurden 16 in einer zusätzlichen vierten Spalte gesondert erfaßt und zwar diejenigen, bei denen eine Normalisierung des Akkommodabilitätsquotienten bei gleichzeitiger, mitunter beträchtlicher Erhöhung der Chronaxie beobachtet wurde.

Ein starkes Ansteigen der Reizzeitwerte trotz sichtlicher klinischer Besserung wurde in Übereinstimmung mit der Literatur besonders dann festgestellt, wenn schon bei der Erstuntersuchung hohe Chronaxiewerte vorgelegen hatten. Dies war nahezu ausnahmslos bei den schwereren Paresen der Fall.

Bei den leichten Paresen mit Chronaxien zwischen 1,2 und 15,0 msec in der Erstuntersuchung ist eine spätere Erhöhung nicht so häufig und ausgeprägt.

Aus Tabelle V geht aber auch hervor, daß Abweichungen von den Erwartungswerten bei den Akkommodabilitätsquotienten bei weitem nicht so häufig vorkommen, wie bei den Chronaxien. Mit 31 Befunden vermittelt der Akkommodabilitätsquotient wesentlich häufiger als die Chronaxie einen Einblick in das tatsächliche Krankheitsgeschehen. Bei der Sichtung des gesamten Materials ist unverkennbar, daß der Akkommodabilitätsquotient einen empfindlicheren und zuverlässigeren Indikator für den klinischen Verlauf darstellt als die Chronaxie. Als typisches Beispiel mag der folgende Fall gelten:

Es handelt sich um einen 58-jährigen Patienten mit einer Polyneuritis diabetica, die etwa 45 Tage vor der Aufnahme manifest geworden war. Gleichzeitig bestand ein Prostata-Ca. Der Patient litt an schlaffen Paresen beider Beine, Muskelatrophien an den Unterschenkeln, Hypästhesie, Parästhesien und Areflexie. Die Elektrodiagnostik ergab folgende Werte:

Muskel	P	AQ	CHR	Kontrollunter- suchung nach 100 Tagen	P	AQ	CHR
M. tibialis anterior re	2	1,9	0,8		4	3,1	1,2
M. peroneus brevis re	2	1,9	24,0		5	3,0	60,0
M. ext. digit. brevis li	2	2,1	50,0		4	2,7	70,0

Abb. 3

Man findet hier bei der Erstuntersuchung Akkommodabilitätsquotienten, die dem für den Paresegrad 2 errechneten Mittelwert (1,9) entsprechen. Die Chronaxie folgt nur am zweiten Muskel in etwa dem Erwartungswert; die beiden anderen, der erste und der dritte Muskel, weisen extrem vom Durchschnitt abweichende Werte auf. Die Kontrolle nach 100 Tagen zeigt Paresegrade 4 bis 5 und somit eine deutliche Besserung der Funktion aller drei Muskeln, die auch in Veränderungen der Akkommodabilitätsquotienten sichtbar wird. Diese kommen wiederum den zu erwartenden Durchschnittswerten (2,6 bzw. 2,9) recht nahe.

Die Chronaxien dagegen sind weiter angestiegen, die des zweiten und dritten Muskels sogar beträchtlich, was im Einklang mit der auf Seite 24 getroffenen Feststellung steht.

Eine Erklärung für dieses Verhalten der motorischen Chronaxie in der Restitutionsphase kann nicht gegeben werden.

II. Korrelation der Werte zu den verschiedenen Krankheitsbildern

Die polyneuritischen Syndrome stellen ätiologisch und pathogenetisch keine einheitliche Gruppe dar, und ihr klinischer Verlauf kann erhebliche Unterschiede aufweisen. Daher interessiert die Frage, ob diese klinischen Verschiedenheiten auch in Besonderheiten der Akkommodabilität und der Chronaxie eine

Entsprechung finden. Weiter ist von Interesse, ob sich ein Unterschied zu anderen Erkrankungen des peripheren motorischen Neurons, z.B. traumatischer Genese nachweisen läßt.

Vergleicht man die ätiologisch verschiedenen Polyneuritiden miteinander, so sind grundsätzliche Unterschiede im Verhalten der Akkommodabilitätsquotienten und der Chronaxien nicht zu verzeichnen. Ebenso lassen die "rheumatischen" und traumatischen Schädigungen keine Besonderheiten untereinander oder gegenüber den Polyneuritiden erkennen. Entscheidend für die Veränderungen der elektrischen Muskelerregbarkeit sind der Verlaufscharakter und besonders die Intensität des Prozesses.

C) DIE RHEOBASEN

Im Verhalten der Rheobasen lassen sich keine Beziehungen zum Krankheitsgeschehen erkennen. Auch zu bestimmten Paresegraden oder bestimmten Krankheitsbildern läßt sich keine Beziehung herstellen. Eine solche fand sich jedoch in Form eines umgekehrten Verhältnisses von Rheobase und Chronaxie:

Bei den Rheobasen der 74 nachuntersuchten Muskeln (Tabelle V) zeigte sich 29 mal eine mehr oder weniger deutliche Zunahme. 20 mal blieb die Rheobase gleich, d.h. bei der Nachuntersuchung ergab sich ein Wert, der nicht mehr als $\pm 0,4$ mA von demjenigen der Erstuntersuchung abwich. 25 mal wurde schließlich ein Absinken der Gleichstromschwelle festgestellt.

Auffällig hierbei ist, daß bei 17 dieser 25 Befunde ein Ansteigen der Chronaxie zu verzeichnen war. Diese umgekehrte Proportionalität wird noch deutlicher, wenn man andererseits die Entwicklung der Rheobasen bei den Verlaufsbeobachtungen mit Chronaxieerhöhung verfolgt:

Es findet sich hier bei insgesamt 22 Befunden nur 2 mal eine Erhöhung der Rheobase.

Ph. FABRE nahm bei diesem Phänomen eine Konstanz des Produktes von Chronaxie und Rheobase an. Demgegenüber weist A. STAMM-LIER darauf hin, daß Ausnahmen von der Regel häufig sind und auch einmal umgekehrte Verhältnisse angetroffen werden.

Beziehungen der Rheobase zum Akkommodabilitätsquotienten ließen sich nicht erkennen.

D I S K U S S I O N

DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Innerhalb der Gesamtstrecke der motorischen Innervation der quergestreiften Muskulatur umfaßt das periphere motorische Neuron den Bereich von der motorischen Vorderhornzelle des Rückenmarkes bis zur motorischen Endplatte, dem Ort der Übertragung der nervalen Erregung auf den Muskel.

Schädigungen des peripheren motorischen Neurons führen zu einer schlaffen Parese und zu einer Atrophie der geschädigten Muskulatur. Die Zahl der Krankheitsbilder, bei denen es zu einer Schädigung des peripheren motorischen Neurons kommen kann, ist sehr groß und reicht von den spinalen Prozessen, die unmittelbar zu einer Alteration der motorischen Vorderhornzellen führen, über diejenigen, bei denen die spinalen Nervenwurzeln oder die Nervenengeflechte betroffen sind, bis hin zu den Schädigungen eines oder zahlreicher peripherer Nerven.

Ausgehend von der sorgfältigen Erhebung der Anamnese und des neurologischen Befundes können heute verschiedene methodische Wege zur Diagnose beschritten werden und erforderlich sein. Unter den modernen Methoden seien nochmals die Elektromyographie, die Muskelbiopsie und die biochemischen Möglichkeiten erwähnt. Von einer grundsätzlichen Bedeutung sind seit jeher jene Methoden, die mit einer elektrischen Reizung des Muskels oder des den Muskel versorgenden motorischen Nerven arbeiten. An die Stelle der herkömmlichen Reizung mit galvanischem und faradischem Strom sind feinere Untersuchungen getreten, nämlich die Prüfung der motorischen Chronaxie und der sogenannten Akkommodabilität des Muskels, deren Prinzip bereits geschildert worden ist.

Im vorhergehenden Abschnitt wurden beide Methoden hinsichtlich ihres diagnostischen und prognostischen Wertes in der Beurteilung von Erkrankungen des peripheren motorischen Neurons miteinander verglichen. Hier soll diskutiert werden, ob Chronaxi-

metrie und Prüfung der Akkommodabilität in ihrer Aussagekraft gleichrangig sind und man daher auf die eine oder andere verzichten kann. Außerdem sollen eventuelle Unterschiede zwischen beiden Methoden besprochen werden, worin jene bestehen, worauf sie möglicherweise beruhen und welche klinische Bedeutung ihnen beizumessen ist.

Die vorliegenden Ergebnisse wurden an einem sehr heterogenen Material gewonnen. Es umfaßt spinale Prozesse mit Schädigung der motorischen Vorderhornzellen ebenso wie Erkrankungen der peripheren Nerven degenerativer, entzündlicher, toxischer, vaskulärer oder traumatischer Genese. Vom Verlauf her sind akute bis subakute Krankheitsbilder ebenso vertreten wie chronisch-progrediente Leiden.

Gemeinsam ist allen dieser Studie zugrundeliegenden Fällen eine Schädigung des peripheren motorischen Neurons mit Funktionsstörungen des dazugehörigen Muskels in Form einer schlaffen Parese, meist auch einer Muskelatrophie.

Zu der Gruppe der akut bis subakut verlaufenden Krankheiten gehören die meisten der hier ausgewerteten Polyneuritiden und die traumatischen Nervenschädigungen, während die spinalen Prozesse (Syringomyelie, progressive spinale Muskelatrophie und amyotrophische Lateralsklerose) ausnahmslos durch einen chronisch progredienten Charakter gekennzeichnet sind.

Die gefundenen Ergebnisse zeigen, daß sich im Durchschnitt eine Parallelität zwischen dem Schweregrad der Parese und den Abweichungen der motorischen Chronaxie und des Akkommodabilitätsquotienten vom Normalbereich herstellen läßt. Die hier ermittelten, dem jeweiligen Paresegrad entsprechenden Durchschnittswerte der Chronaxien weisen größere Abstände untereinander auf als die von H.-H. WIECK angegebenen. Das mag erstens daran liegen, daß diese an einem homogenen Material, nämlich ausschließlich an infolge postdiphtherischer Polyneuritis gelähmten Muskeln gewonnen wurden und zweitens, daß ein wesentlich größeres Untersuchungsgut, nämlich 1300 Chronaxiebestimmungen zur Verfügung stand.

Als Regel kann jedenfalls gelten, daß die motorische Chronaxie und die Akkommodabilität des Muskels umso stärker pathologisch verändert sind, je schwerer die Parese ausgeprägt ist.

Diese Beziehung läßt sich jedoch nicht ohne weiteres auf den Einzelfall übertragen, bei dem das Ergebnis der Elektrodiagnostik durch andere, uns nicht immer sicher bekannte Faktoren modifiziert sein kann. Eine Übereinstimmung zwischen den für die Chronaxie und den Akkommodabilitätsquotienten ermittelten Durchschnittswerten und dem tatsächlich vorliegenden Paresegrad ist also nicht immer gegeben. Manchmal findet sich eine genaue Entsprechung nur für den Akkommodabilitätsquotienten oder nur für die Chronaxie, in bestimmten Fällen weichen beide Werte erheblich ab.

Große Streubreiten, z.B. bei der Chronaximetrie brauchen nicht nur auf einer unterschiedlichen Elektrodenlage bei den einzelnen Messungen oder einer unterschiedlichen Hautdurchblutung zu beruhen, sondern können insbesondere bei paretischen Muskeln, bei denen nicht alle motorischen Einheiten in gleichem Umfange geschädigt sind, auftreten (E. DOBNER).

Unter den Faktoren, die eine Modifizierung des tatsächlich gefundenen Wertes von dem für einen bestimmten Paresegrad ermittelten Durchschnittswert bewirken können, ist zunächst der Zeitpunkt der Untersuchung in Beziehung zum Krankheitsstadium zu nennen.

Im Initialstadium der akuten Schädigung eines peripheren motorischen Neurons, etwa in den ersten 14 Tagen, fand sich in Übereinstimmung mit A. STAMMLER eine in der Regel mäßige Chronaxieerhöhung. Diese wird von A. STAMMLER auf das Erscheinen der α -Chronaxie des Muskels nach der Degeneration der motorischen Endplatte zurückgeführt. Werte von 2,0 bis 5,0 (msec) entsprechen der eigentlichen Muskelchronaxie (sog. α -Erregbarkeit), die beim gesunden Menschen nur deswegen nicht gemessen werden kann, weil man zugleich die die Muskeln versorgenden Nerven mit ihrer Chronaxie vom angegebenen Normalwert (sog. γ -Erregbarkeit) miterregt (H.-H. WIECK).

Der Akkommodabilitätsquotient zeigt in diesem Stadium noch keine Veränderung. Das erste Abweichen vom Normalwert war um den 10. Tag zu beobachten. Nach dem Auftreten einer Störung in der motorischen Innervation des Muskels vergeht demnach eine gewisse Zeit, bevor die Akkommodabilität des Muskels beeinträchtigt wird.

Im Frühstadium der akuten Läsion reagiert die motorische Chronaxie empfindlicher, ein Befund, der im Widerspruch zu den Feststellungen E. DOBNER's steht.

Im weiteren Krankheitsverlauf ergab sich für beide Werte insofern ein gleiches Verhalten, als sie im großen und ganzen dem für die ermittelten Paresegrade errechneten Durchschnittswert entsprachen. Unverkennbar ist aber hier eine geringere Streuung der Akkommodabilitätsquotienten gegenüber einer größeren Buntheit in der Verteilung der Chronaxien. Der Akkommodabilitätsquotient scheint in der Phase dem motorischen Funktionsausfall besser zu entsprechen als die Chronaxie.

Im Spätstadium der akut bis subakut aufgetretenen Störungen - oft gleichbedeutend mit der Restitutionsphase der Lähmungen - fand sich in einer gewissen Anzahl von Fällen ein weiteres Ansteigen der Chronaxien auf Werte, die weit über den Normalwerten und auch über der α -Erregbarkeit des Muskels liegen. Bei einem solchen Zeitbedarf, der ein Mehrfaches der normalen α -Chronaxie des Muskels beträgt, wird man die Erhöhung der Chronaxie auf eine Änderung der Erregbarkeit der kontraktile Substanz selbst beziehen müssen. Da bei einer normalen Funktion angenommen werden darf, daß die motorischen Endplatten wie auch die Erregungsleitung nicht mehr wesentlich geschädigt sein dürften, sind die teilweise weit über der α -Chronaxie liegenden Reizwerte sicher nicht mit der pathologischen Veränderung des motorischen Neurons in Verbindung zu bringen (A. STAMMLER). Systematische Nachuntersuchungen lehrten, daß die Chronaxien auf die Dauer immer wieder zur Norm zurückkehrten (H.-H. WIECK). Bei den Akkommodabilitätsquotienten findet sich niemals das Verhalten zunehmender pathologischer Veränderung bei sich be-

reits bessernder motorischer Funktion. Vielmehr zeigt sich in diesem Stadium - anders als bei der Chronaxie und in einem viel größerem Maße - eine Parallelität zwischen Restitution der Lähmung und Veränderung der Akkommodabilität in Richtung auf den Normalbereich. Diese Beziehung macht den prognostischen Wert der Akkommodabilitätsmessung deutlich.

Als ein weiterer Faktor, der für eine Modifizierung der gefundenen Chronaxie- und Akkommodabilitätswerte gegenüber den bei einem bestimmten Paresegrad zu erwartenden Durchschnittswerten in Betracht kommt, ist der spezielle Verlaufsscharakter der Krankheit anzuführen.

Während sich bei den akut einsetzenden Störungen in der Regel keine Schwierigkeiten bei der Zuordnung des Termins der Elektrodiagnostik zum Krankheitsstadium ergeben, liegen die Verhältnisse bei den chronisch progredienten Prozessen anders. Häufig beginnen diese so schleichend, daß ihr Beginn nicht exakt festgelegt werden kann. In dem hier zugrundegelegten Material gehören die chronisch-progredienten Verlaufsformen praktisch ausschließlich zu den spinalen Prozessen. Im Gegensatz zu den akuten Schädigungen der peripheren Nerven fällt hier klinisch oft eine erhebliche Diskrepanz zwischen dem Ausmaß der bereits bestehenden Muskelatrophien und dem Paresegrad auf: Die Funktion ist verhältnismäßig weniger gestört als bei dem Ausmaß der Atrophie angenommen werden könnte.

In dieser Gruppe hat sich eine Überlegenheit der Aussagekraft des Akkommodabilitätsquotienten gegenüber der Chronaxie wahrscheinlich machen lassen. Während die Chronaxie oft nur gering verändert ist, stimmt der Akkommodabilitätsquotient auffallend regelmäßig und genau mit dem für den bestehenden Paresegrad errechneten Durchschnittswert überein. Angesichts der Zusammensetzung des vorliegenden Materials erhebt sich die Frage, ob die Gründe für dieses bemerkenswerte Verhalten nun wirklich mit dem speziellen chronisch-progredienten Verlaufsscharakter dieser Erkrankungen zusammenhängen oder vielleicht damit, daß es sich nicht um Schädigungen der peripheren Nerven,

sondern um solche der motorischen Vorderhornzellen handelt. Diese sehr interessante Frage muß offengelassen werden, weil zum Vergleich keine analogen chronisch-progredienten Prozesse bei einer rein peripheren Nervenschädigung herangezogen werden konnten.

Ganz abgesehen von der generell zu beobachtenden gleichmäßigeren Konstanz der Akkommodabilitätsquotienten in Bezug auf den gegebenen Paresegrad sind es also vornehmlich zwei Konstellationen, bei denen sich der Akkommodabilitätsquotient gegenüber der Chronaxie durch eine besondere Zuverlässigkeit auszeichnet: Einmal tritt eine bessere Übereinstimmung des Akkommodabilitätsquotienten in der Restitutionsphase akut bis subakut aufgetretener Störungen zutage, während hier nicht selten eine Diskrepanz zwischen dem Verhalten der Chronaxie und der motorischen Funktionsbesserung zu beobachten ist.

Zum anderen bringt die Prüfung der Akkommodabilität in Bezug auf den Verlaufsscharakter der Krankheit insofern eine Besonderheit, als sie bei den schleichend progredienten Leiden, denen im vorliegenden Material spinale Prozesse zugrunde lagen, die zuverlässigeren und wegen ihrer geringeren Streuung wertvolleren Werte liefert.

Im Frühstadium akuter Störungen mit noch frischen, rasch zunehmenden Paresen scheint demgegenüber die Chronaxie eher zu reagieren als die Akkommodabilität.

Bei dem einzelnen geprüften Muskel kommen immer wieder einmal die Chronaxie oder die Akkommodabilität oder beide Werte betreffende Abweichungen vor, die sich nicht zwanglos deuten lassen. Häufig mag dies damit zusammenhängen, daß spezielle Verlaufseigentümlichkeiten des Prozesses nicht sicher klinisch erfassbar sind. So mag im Verlauf einer Polyneuritis das eine motorische Neuron bereits im Stadium der Erholung sein, was eine gewisse Besserung der Muskelfunktion zur Folge hat, während andere, unter Umständen eng benachbarte Neurone noch schwer und zunehmend geschädigt sind.

Aber gerade weil nicht jedes Einzelresultat der Elektrodiagnostik zwanglos dem klinischen Aspekt entspricht, sollte man bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht eine der beiden Methoden bevorzugen, sondern stets beide zur klinischen Gesamtbeurteilung heranziehen.

ZUSAMMENFASSUNG

=====

Einleitend wurden Wesen und Entwicklung der beiden heute dominierenden Reizstrommethoden, der Chronaxie und der Akkommodationsbestimmung, als zusätzliche Hilfsmittel in der Diagnostik peripherer Nervenschäden geschildert. Ziel der Arbeit war ein Vergleich beider Methoden im Hinblick auf ihren Wert für die Beurteilung der aktuellen, individuellen Krankheitssituation.

An 226 paretischen Muskeln von 63 Patienten mit Erkrankungen des peripheren motorischen Neurons wurden, z. T. mehrmals im Sinne von Verlaufsbeobachtungen, Rheobase, Chronaxie und Akkommodabilitätsquotient (Aq) bestimmt.

Bei der Auswertung der einmaligen Untersuchungsbefunde im Teil I wurde die Korrelation der Werte zum Paresegrad und zum Krankheitsstadium gezeigt. Ein weiterer Abschnitt galt dem Verhalten von Akkommodabilitätsquotient und Chronaxie bei Schädigungen der motorischen Vorderhornzellen.

Gegenstand des II. Teils war die Auswertung der Verlaufsbeobachtungen. Hier wurde besonders die Korrelation der Werte zum klinischen Verlauf dargestellt. Ferner wurden eventuelle Unterschiede der Werte bei verschiedenen Krankheitsbildern sowie das Verhalten der Rheobasen untersucht. Dabei ergab sich folgendes:

In der Regel sind Chronaxie und Akkommodabilitätsquotient des Muskels umso stärker pathologisch verändert, je schwerer die Parese ausgeprägt ist. Von dieser Regel gibt es jedoch viele Ausnahmen, bei denen das Ergebnis der Elektrodiagnostik durch nicht immer sicher zu bestimmende Faktoren modifiziert sein kann.

Der Akkommodabilitätsquotient zeichnet sich der Chronaxie gegenüber vornehmlich bei zwei Konstellationen durch besondere Zuverlässigkeit aus:

Erstens in der Restitutionsphase akut bis subakut aufgetre-

tener Störungen im peripheren motorischen Funktionssystem. Zweitens bei Erkrankungen der Vorderhornzellen mit chronisch-progredientem Verlaufscharakter.

Ganz allgemein ist bei den Akkommodabilitätsquotienten eine geringere Streubreite zu beobachten. Es finden sich nicht so viele, vom Erwartungswert stark abweichende Befunde wie bei der Chronaxie.

Diese scheint hingegen im Frühstadium akuter Störungen mit noch frischen Paresen eher und "besser" zu reagieren. Da sich beide Methoden in mancher Hinsicht ergänzen und nicht jedes Einzelresultat der Elektrodiagnostik zwanglos dem klinischen Aspekt entspricht, sollte man nicht auf eine verzichten, sondern stets beide zur klinischen Gesamtbeurteilung heranziehen.

L I T E R A T U R

A c h e l i s, J.D.:

Kritische Bemerkungen zur Chronaxiebestimmung am Menschen.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 130 (1933): 227

A d r i a n, E.D.:

The electrical reactions of muscles before and after nerve injury.

Brain 39 (1916): 1

A d r i a n, E.D.:

The physiological basis of electrical tests in peripheral nerve injury.

Arch. Radiol. Electrother. 21 (1917): 379

B a u w e n s, P.:

Electrodiagnosis and electrotherapy in peripheral nerve injuries.

Proc. roy. Soc. Med. 34 (1941): 459

B o u r g u i g n o n, G.:

La Chronaxie chez l'Homme.

Masson, Paris 1923

B o u r g u i g n o n, G., R. H u m b e r t:

Ce qu'il faut conserver d'électrodiagnostic classique.

Arch. int. Neurol. 6 (1939): 3

B o u r g u i g n o n, G., J. M o r i c h e a u - B e a u -
c h a n t:

Action de la prostigmine sur la courbe de chronaxie.

Bull. Acad. Méd. (Paris) 124 (1941): 615

B u c h t h a l, F.:

Einführung in die Elektromyographie.

Urban u. Schwarzenberg, München - Berlin 1958

D a v i e s, H., A. F o r b e s:

Chronaxie.

Physiol. Rev. 16 (1936): 407

D o b n e r, E.:

Elektrodiagnostik und Therapie der Poliomyelitis.

Arch. phys. Ther. 7 (1955): 276

D o b n e r, E.:

Medizinische Elektrodiagnostik für Klinik und Praxis.

Elektromed. 6(1961): 93

D u B o i s - R e y m o n d, E.:

Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und
Nervenphysik.

Leipzig 1875

E n g e l m a n n, Th. W.:

Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 3 (1870): 247

E r b, W.:

Handbuch der Elektrotherapie.

Leipzig 1882

E r b, W.:

Historisches von der Entartungsreaction.

Berl. klin. Wschr. 22 (1885): 765

F a b r è, Ph.:

Bases physiques et physiologiques de l'électrodiagnostic
par courants progressifs.

Arch. Electr. med. 43 (1935): 110

F i c k, A.:

Beiträge zur vergleichenden Physiologie der irritablen
Substanzen.

Braunschweig 1863

G a e d e c k e, W.:

Die elektrische Messung in der medizinischen Diagnostik.

Elektromedizin 1 (1956): 185

G a i e r, H., H. J a n t s c h:

Über die Paul'sche Cutivaccination als Ergänzung der physi-
kalischen Therapie.

Wien. Med. Wschr. 103 (1953): 585

H o l z e r, W., H. H o c h s t ä t t e r:

Über die Erregbarkeitsverhältnisse des Skelettmuskels bei
elektrischer Reizung mit Längsdurchströmung.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 243 (1940): 778

H o l z e r, W.:

Beiträge zur Methodik der Reizphysiologie und Registrier-
technik mit Hilfe von Elektronenröhren und des Kathodenstrahl-
oszillographen.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 244 (1941): 205

H o l z e r, W.:

Über die nervöse Zeiterregbarkeit des Muskels.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 244 (1941): 226

H o l z e r, W.:

Über die Zeiterregbarkeit des Muskels.

Wien. klin. Wschr. 55 (1942): 555, 570

H o o r w e g, J. L.:

Über die elektrische Nervenerregung.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 52 (1892): 87

J a n t s c h, H., F. S c h u h f r i e d:

Über Reizzeitintensitätskurven zur Lähmungsdiagnostik.

Wien. klin. Wschr. 64 (1952): 307

J a n t s c h, H.:

Zur Entwicklung der modernen Reizstromdiagnostik.

Elektromedizin 3 (1958): 80, 102

J e n k i n s, D. W., C a r r u t h e r s, R. R.,

L i t o f s k i, A., W. F. C o l l i n s:

Electrophysiological study of regeneration peripheral nerve.

Relationship of size of fibers and rate of growth.

J. Neurosurg. 20 (1963): 344

J o b s e n, R. H., J. C. H o r n e t:

Electrodiagnosis of neuromuscular disorders.

Northw. Med. 64 (1965): 421

J u n g, R.:

Neurophysiologische Untersuchungsmethoden.

Hdb. inn. Med., V/1, Berlin 1953

K o w a r s c h i k, J.:

Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrodiagnose und
Elektrotherapie der Lähmungen.

Wien. Z. Nervenheilk. 1 (1948): 194

v. K r i e s, J.:

Ber. Naturf. Ges., Freiburg (1884): 170, 265

L a p i c q u e, L.:

Première approximation d'une loi nouvelle de l'excitation
électrique.

C. R. Soc. Biol. (Paris) 1 (1907): 615

L a p i c q u e, L.:

Orthorhéonome à volant. Excitabilité de nerfs différents.

C. R. Soc. Biol. (Paris) 64 (1908): 6, 589

L a p i c q u e, L.:

Définition expérimentale de l'excitabilité.

C. R. Soc. Biol. (Paris) 67 (1909): 280

L a p i c q u e, L.:

Présentation d'un chronaximètre clinique.

C. R. Soc. Biol. (Paris) 78 (1915): 695

L a p i c q u e, L.:

L'Excitabilité en Fonction du Temps; la Chronaxie sa
Signification et sa Mesure.

Paris 1926

L a p i c q u e, L.:

L'Isochronisme Neuromusculaire et L'Excitabilité Rhythmogène.
Paris 1946

L a s s a l l e, H.:

Evaluation de l'excitabilité neuro-musculaire.
C. R. Soc. Biol. (Paris) 98 (1928): 273

L e w y, F. H., St. W e i s z:

Über Chronaxie.

Fortschr. Neurol. Psychiat. 3 (1931): 372

L i b e r s o n, W. T.:

Progressive and Alternating Currents.

In S. Licht: 177

L i c h t, S.:

Electrodiagnosis and Electromyography.

Edited by Sidney Licht, Physical Medicine Library,
Waverly Press Jnc., Baltimore, Maryland 1956

L u k a s, K.:

The analysis of complex excitable tissues by their response
to electric currents of short duration.

J. Physiol. 35 (1906/07): 310

L u l l i e s, H.:

Elektrophysiologie der Erregung und Erregungsleitung in
Gewebe, insbesondere im Nerven.

Elektromedizin 4 (1959): 1, 25, 49

L ü t h y, F.:

Periphere Nerven.

Hdb. inn. Med. V/1, Berlin 1953

M u m e n t h a l e r, H.:

Über Lähmungen peripherer Nerven im Extremitätenbereich.

Dtsch. med. Wschr. 87 (1962): 1887, 1967

M u m e n t h a l e r, H., H. S c h l i a c k:

Läsionen peripherer Nerven. Diagnostik und Therapie.

Georg Thieme, Stuttgart 1965

N e r n s t, W.:

Zur Theorie des elektrischen Reizes.

Pflügers Arch. ges. Physiol. 122 (1908): 275

N e w m a n, H. W., W. K. L i v i n g s t o n e:

Electrical aids in prognosis of nerve injuries.

J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr. 10 (1947): 118

P o l l o c k, L. J., G o l s e t h, J. G., A. J. A r i e f f:

Strength-frequency curves in electrodiagnosis of experimentally produced peripheral nerve lesions.

Surg. Gyn. Obst. 80 (1945): 235

P r i l l, A.:

Möglichkeiten neurologischer Diagnostik bei peripheren Nervenverletzungen.

Hippokrates (Stuttg.) 35 (1964): 838

R e i s s, E.:

Die elektrische Entartungsreaktion.

Berlin 1911.

R i t c h i e, A. E.:

The electrical diagnosis of peripheral nerve injury.

Brain 67 (1944): 314

R i t t e r, J. W.:

Beweis daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess
im Thierreich begleite.

Weimar 1798

R o t h s c h u h, K. E.:

Aus der Frühzeit der Elektrobiologie.

Elektromedizin 4 (1959): 201

R u s h t o n, W. A. H.:

Excitable substances in the nerve muscle complex.

J. Physiol. 70 (1930): 317

R u s h t o n, W. A. H.:

The time factor in electrical excitability.

Biol. Rev. (Cambridge) 10 (1935): 1

S c h a e f e r, H.:

Elektrodiagnostik.

Hdb. d. Neurol. III, Berlin 1937

Schaefer, H., Schölmerich, P., P. Haas:
Der Elektrotonus und die Erregungsgesetze des Muskels.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 241 (1938/39): 310

Schaefer, H.:
Elektrophysiologie.
Bd. I, Bd. II, Wien 1940 u. 1942

Seitz, O., O. Giller:
Klinischer Beitrag zur modernen Reizstrom-Diagnostik.
Elektromedizin 2 (1957): 182

Stammler, A.:
Chronaxieveränderungen bei Erkrankungen des peripheren
motorischen Neurons.
Wien. Z. Nervenheilk. 5 (1952): 41

Stein, J., H. Quincke:
Ergebnisse der Chronaximetrie.
Zbl. ges. Neurol. Psychiat. 60 (1931): 513

Tyler, A. K.:
The modern concept of muscle testing.
Postgrad. med. J. 26 (1950): 222

Walthard, K. M., P. Jecklin:
Beitrag zur Untersuchung der normalen Muskelchronaxie
des Menschen.
Dtsch. Z. Nervenheilk. 125 (1932): 166

W e i s s, G.:

Sur la possibilité de rendre comparables entre eux
les appareils servant à l'excitation électrique.

Arch. ital. Biol. 35 (1901): 413

W e i s z, St.:

Beiträge zur Chronaxie des neuromuskulären Apparates.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 121 (1931): 1

W i e c k, H.-H.:

Über die klinische Verwertbarkeit der sogenannten charakteristischen Zeiterregbarkeit.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 159 (1948): 299

W i e c k, H.-H.:

Zur Verteilung der Paresen bei Polyneuritiden.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 165 (1951): 201

W i e c k, H.-H.:

Über die motorische und sensible Chronaxie im Verlauf der postdiphtherischen Polyneuritis.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 167 (1951): 111

W i e c k, H.-H.:

Die Verlaufs- und Zeitgesetzmäßigkeiten im Ablauf der Diphtherielähmungen.

Nervenarzt 23 (1952): 364

W i e c k, H.-H.:

Probleme der Polyneuritiden.

Fortschr. Neurol. Psychiat. 23 (1955): 379

W i e c k, H.-H.:

Das klinische Erscheinungsbild der Polyneuritiden
und die zugrunde liegenden Krankheitsprozesse.

Dtsch. Z. Nervenheilk. 179 (1959): 309

W i e c k, H.-H.:

Zur Problematik der Polyneuritiden.

Hippokrates (Stuttg.) 37 (1966): 126

W y n n P a r r y, C. B.:

Electrical methods in diagnosis and prognosis of
peripheral nerve injuries and poliomyelitis.

Brain 76 (1953): 229

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. med. H.H. Wieck für die freundliche Überlassung des Themas danken.

Mein besonders herzlicher Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. D. Soyka, Oberarzt der Universitäts-Nervenklinik mit Poliklinik Erlangen-Nürnberg, für jederzeit gern gewährte Unterstützung und die Übernahme des Referats.

Lebenslauf

Ich, Dieter Reinhold, wurde am 28. 7. 1943 in Nürnberg als erstes Kind des Unterarztes Dr. med. Helmut Reinhold und seiner Ehefrau Katharina, geb. Löffler, geboren.

Vom September 1949 bis Juli 1953 besuchte ich die Volksschule in Zapfendorf, Landkreis Staffelstein. Am 1. September 1953 trat ich in das Neue Gymnasium, jetzt Franz-Ludwig-Gymnasium, in Bamberg ein. Dort legte ich im Juni 1962 die Reifeprüfung ab.

Am 1. Oktober 1962 schrieb ich mich an der Universität Graz für das Studium der Medizin ein und legte dort bis zum 8. 7. 1965 das I. medizinische Rigorosum ab. Nach dessen Anerkennung durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus als naturwissenschaftliche und ärztliche Vorprüfung setzte ich das Studium an der Medizinischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg fort. Vom 11. 9. 68 bis 29. 1. 69 legte ich die ärztliche Prüfung mit der Gesamtnote "sehr gut" ab. Seit dem 1. März 1969 bin ich als Medizinalassistent an der Inneren Abteilung des Landkrankenhauses Coburg tätig.

Erlangen, 21. Mai 1969

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
